云 南 植 物 研 究 5(3)：301—304，1983
Acta Botanica Yunnanica

冬小麦对不同海拔气候条件的反应

Ⅱ.地上部干物质的积累及分配

李存信　张　禾　林德辉

（中国科学院昆明植物研究所）

提　　要

本文比较了云南巧家县海拔分别为 840m 和2150m的两地种植的冬小麦"凤麦13"的单株总干物重的累积和干物质在各器官的分配，表明高海拔地区的低温使该处生长的冬小麦前期干物质累积速度比低地的慢，总量因之也低，而灌浆开始后积累较多的干物质。前期低地叶子的干物质占总干物重的比例比高地的大。灌浆至收获期间，低地小麦的叶和颖壳减重比高地的显著，收获时茎，鞘的干重也略低。最后就高海拔地区的较低的地温对小麦"源—库"关系的影响，讨论了高海拔地区小麦高产的可能性。

小麦光合作用产物，除了为维持其生命活动消耗掉一部份外，主要以干物质的形式积累于其个体中。沈允钢等[1]曾比较过上海、河南、青海的小麦的干物质累积过程的异同，指出各地气候条件的影响。而干物质在各种植物器官的分配，可以受到包括温度和水及矿物元素供应的各种外界因素的制约[2]，从而影响"源"—"库"关系，进而影响干物质的积累。

本文将对种在海拔840m和2150m两地的冬小麦地上部分干物质的积累及其在不同器官中的分配作一比较。

条件、材料和方法

关于实验地（云南巧家县840m河谷地区和2150m山地）的气候条件已在前文[3]详述。本文所列结果仍为"凤麦13"的资料。在苗期（三叶期）、分蘖期、拔节期、孕穗期、灌浆期及收获期，分别将小麦植株分为叶、鞘、茎、颖壳和籽粒等几个部分，在85°C下烘干10小时后称其干重（十株平均数）。

结 果 和 讨 论

一、总干物质的累积

图1表示的是两地种植的"凤麦13"冬小麦单株总干物重累积的过程。由图可以看出，高海拔地区种植的小麦，前期（苗期—分蘖期）干物质累积的速度比低海拔地区种

本文于1983年1月17日收到。

植的慢，而且总干重也低，这主要是高地前期的低温造成较小的叶面积和较低的叶子净光合作用速率[3]所致。在急剧增重的中期（拔节期—灌浆期），高地种植的小麦积累速度虽较低，但持续时间比较长，因此积累的干物重和低地的相近。到灌浆期，高地种植的小麦单株总干物重仍低于低地种植的。开始灌浆以后，由于高地小麦保留有较多的单株功能叶和较大的叶面积[3]，至成熟这段时间增重较大，因此在收获时两地小麦的干物重相近，但高地的仍略低于低地的。

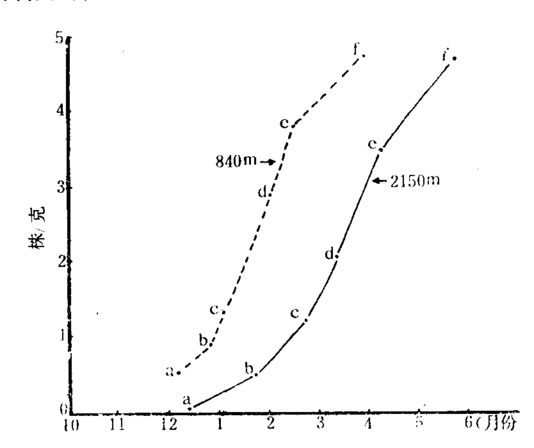


图1　不同海拔地区种植的小麦单株总干物重积累过程

a．苗期；b．分蘖期；c．拔节期；d．孕穗期；e．灌浆期；f．收获期。

二、干物质在各种器官的分配

图2表示两地种植的小麦的叶、鞘、茎、穗和颖壳的干物质累积过程。比较A、B、C三图，可以看出直到孕穗期，低地种植的小麦叶子的干物重占总干物重的比例均比高地小麦大，这种同化物在叶片中较高的分配率，主要是由于低地较高的气温和地温造成的，因为较高的气温有促进同化系统势态的作用[4]，而较高的地温能使土壤营养物有效性增加[5、6]，而增加矿物质的供应倾向增加同化器官的生长[7]，这就使得再生产能力较高，故干物质生产量也较多（图1）。相反低的地温会限制营养物的吸收和由根向顶端的转运，从而延滞顶端的生长[8、9]。

另外由图2的A和E可以看出，在灌浆开始后，高地种植的小麦的叶片和颖壳干重的减轻程度均比低地的少，低地小麦的叶干物重下降更明显。鞘(B)和茎(C)的干物重在两地小麦中变化幅度相差不大，收获时其干物重低地小麦的略低于高地的。穗(D)重上低地小麦较高些。两地小麦的各器官干物重的这些差异构成了两地小麦的不同的“源—库”关系。

在前文[3]中，我们曾讨论过在两地种植的小麦的产量构成因素的差异，指出在低地种植的小麦有较多的每穗粒数，即有一个较大的“库”容量。但在后期由于叶片的较早衰亡，使“源”比高地种植的小麦要小。图2中所示的两地小麦各器官干物重下降的差异，和我们对收获后茎和鞘的总糖含量的分析（高地小麦茎和鞘中总糖含量比低地的高10%左右），都说明低地种植的小麦在灌浆中从营养器官的贮藏物中获得比高地小麦更多的干物质，这就使低地小麦的粒重占总重的44%，而高地的只占38%。

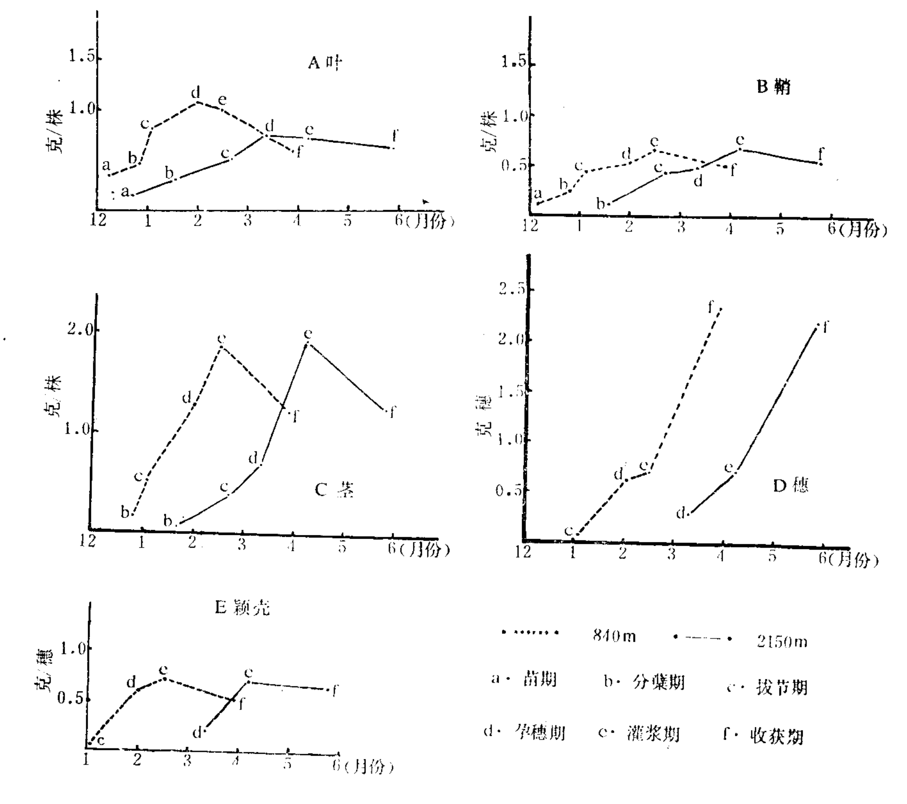


图 2　不同海拔种植的小麦在不同器官中干物质的分配

在此我们特别注意到两地土壤温度的差异，两地月平均气温相差 7 — 8 °C，而地温相差11—12°C。高地的地温低于气温，而低地则相反。在小麦营养生长阶段，低地的地温都在15°C以上，最高月平均地温也只是21°C左右，而高地却在10°C以下，最低为3°C。由此使我们认为高地的地温对小麦的影响可能更大。由于低的地温，限制土壤营养物的有效性、吸收和向顶端运输[5、8、9]，则低的地温通过矿物水平而限制了“库”（穗）的水平，因而碰到了干物质积累受“库”限制的情形[2、3]。以 C/N 比理论来说，则是受到了氮不足的限制，不过低土壤温度对于干物质积累的限制，通过施肥可以得到缓和[6]。因此较高海拔地区为小麦高产提供了可能性。因为高海拔地区的小麦叶片的功能期长，而且有较长的灌浆期[10、11]。只要能在前期通过施肥，使小麦植株生长健壮，其叶面积也就相应增加，这样把“源”和“库”的关系调整好，再通过适当密植和加强田间管理等措施，将会比较容易得到高产。

参　考　文　献

〔1〕 沈允钢、王天铎、黄卓辉、陈因，1962：小麦干物质积累过程与产量形成问题讨论。夏镇澳、余叔文（1962）编“小麦丰产研究论文集”，173—177页，上海科技出版社。

〔2〕 Wareing, P. F. and J. Patrick. 1975; Source-sink relations and the partition of assimilates in the plant. In: J. P. Cooper (ed.), Phofosynthesis and productivity in different environments. pp. 481—499, Cambridge Universify press, London.

〔3〕 李存信、张禾、林德辉、倪文，1982：冬小麦对不同海拔气候条件的反应. Ⅰ.叶片特征和产量构成因素的较。云南植物研究，4（4）:393—398.

〔4〕 县 和一，温度与物质生产，户苅义次主编，1979：薛德榕译"作物的光合作用与物质生产"，330—336页，科学出版社。

〔5〕 候光炯，1981：谈谈土壤肥力的生物—热力学观点。云南农业科技，（1）：1—4。

〔6〕 Power, J. F., Willis, W. O., Grunes, D. L. and G. A. Riechman, 1967:Effecf of soil fempe-rature, phosphorus, and plant age on growth analysis of barley. *Agron. J.* 59(3):231—234.

〔7〕 Brouwer R., 1962:Nutritive influence on the distribution of dry matter in the plant. *Neth. J. Agric. sci.* 10(5):399—408.

〔8〕 Mack, A. R., 1965:Effect of soil temperature and moisture on yield and nutrient uptake by barley. *Can. J. Soil sci.* 45:337—346.

〔9〕 Power, J. F., Grunes, D. L., Riechman, G. A. and W. O. Willis, 1970:Effect of Soil tempe-rature on rate of barley development and nutrition. *Agron. J.* 62(5):567—571.

〔10〕 黄庆榴、王祝华、黄卓辉、王怀智，1962：1960年青海德令哈农场春小麦高产原因的初步分析。夏镇澳，余叔文（1962）编"小麦丰产研究论文集"，179—187页，上海科技出版社。

〔11〕 路季梅、俞炳杲，1978：西藏高原麦类作物产量形成的特点。中国农业科学，（4）；25—31。

RESPONSE OF WINTER WHEAT TO THE CLIMATE AT DIFFERENT ALTITUDES Ⅱ. ACCUMULATION AND PARTITIONING OF DAY MATTER OF AERIAL PARTS

Li Cunxin, Zhang He and Lin Dehui

(Kunming Institute of Botany, Academia Sinica)

Aastract

In this paper, accumulation of total dry matter of a single plant and parti-tioning of dry matter in various organs of winter wheat (Triticum sativum L. c. v. "Fengmai 13") grown at an altitude of 840 m (lowland) are compared with those of the same wheat grown at 2150 m (highland). The results showed that the low temperature at high-altitude localities made slower the accumulation rate of the dry matter at early stages of winter wheat grown at those localities than at lowland, and its total accumulation level is less too. After the beginning of filling, however, more dry matter was accumulated. At the early stages of growth, the leaf dry matter at lowland made up a larger proportion of the total dry matter than at highland. From filling to harvest period, the weight of leaf and glume of wheat decreased more markedly at lowland than at highland. Dur-ing harvesting, the dry weight of stem and sheath of wheat at lowland is a little less than at highland. Finally, in respect to the effect, caused by lower temperature at high-altitude localities, on "sourcesink" relationships of wheat, the possibility of high yield of wheat at high-altitude localities is discussed.